

## 1. 緒言

高分子の成形加工において重要なことは、材料を流動させながら用途に応じた形状にすることである。材料が受ける流れは、せん断流れと伸長流れに分けられ、目的とする製品の形状、寸法を満足するためには、流れを考えた流動制御が必要となる。また近年、付加価値の高い製品開発が行われており、用途に適した物性、機能性がプラスチック製品に求められる。そのため、機能を有する材料を高分子に複合化させた材料開発が行われている。従って、高分子を主原料とした複合体の流動特性に関する研究が必要となる。本研究では、高分子と比較して強度や熱伝導などが高いカーボンナノチューブが、フィルム、ボトル成形などのベースとなる押出特性に及ぼす影響について検討する。

## 2. 実験方法

マトリクスとなる高分子に MFR が 0.9g/10min の高密度ポリエチレン (PE) を用いた。カーボンナノチューブとして繊維径が 150nm、平均繊維長が 8 $\mu$ m の気相成長炭素繊維 (VGCF) を用いた。2 軸押出機を用いて PE と VGCF を熔融混練した。PE に対して VGCF を 1.0、3.0、5.0wt% 添加した試料を作製した。Fig.1 に示す流路から押出した際の押出物 (PE、PE/VGCF) の直径  $d$  を計測し、表面、外観などを観察した。ダイの直径  $d_0$  と押出物の直径  $d$  の比 ( $d/d_0$ ) をスウェル比と定義して、各押出速度とスウェルの関係を検討した。

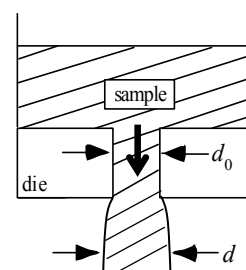


Fig.1 Schematic diagram of our extruding system.

## 3. 結果と考察

Fig.2 に各みかけのせん断速度  $\dot{\gamma}_{ap}$  におけるスウェル比を示している。 $\dot{\gamma}_{ap}$  の増加と共に PE のスウェル比が増加した。PE/VGCF においても同様に、 $\dot{\gamma}_{ap}$  の増加と共にスウェル比が増加したが、VGCF の添加と共に PE のスウェル比は小さくなった。つまり、VGCF を添加することで PE のスウェルを抑制できることが判明した。

流路を流れる溶融体には、せん断応力が発生すると同時に流動方向と平行及び垂直な方向に応力 (法線応力) が発生する。また、Fig.1 に示す流路では、ダイ入口において伸長流れが発生する。つまり、ダイ出口では、材料に働くせん断応力、法線応力、伸長応力が複合的に緩和しながら流動する。せん断粘度を検討した結果、VGCF の添加が PE のせん断応力、法線応力差にほとんど影響しないことが確認された。これらの結果より、PE に分散する VGCF 近傍で伸長流れが抑制されることによってスウェルが減少したと考えられる。

## 4. 結言

ナノオーダーの大きさである繊維を少量添加することによって、高分子の分子量や構造を変えることなくスウェルが効果的に制御できることが明らかになった。

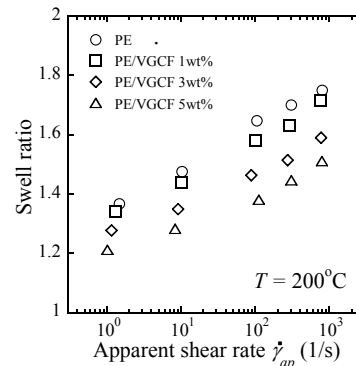


Fig.2 Swell ratio plotted against apparent shear rate for PE and PE/VGCF melts.